

## **2A KLIMAATONTWERP**

**Lesweek 6 Installaties voor bouwkunde: dimensionering**

# Opzet van week 6:



Hoofdlijn college WEEK 6:

- Bewustwording waar techniekruimten in gebouwen logischerwijs zitten (en waarom); Ketel, WP, WKK, maar ook LBK, traforuimte, PV-panelen
- ISSO 37; ventilatie hoeveelheid
- Luchtbehandelingskasten (debiet, plaatsen buiten of in ruimte, onderhoud, transport etc.);
- Benoemen trafo op begane grond en houding NUTS-partijen;
- PV-panelen integreren, waarmee rekening houden + globale dimensionering.

## TOETSMOMENT

Log in bij;  
[avans.remindotoets.nl](https://avans.remindotoets.nl)

Start de test en beantwoord  
de 5 multiple choice vragen.

Succes!

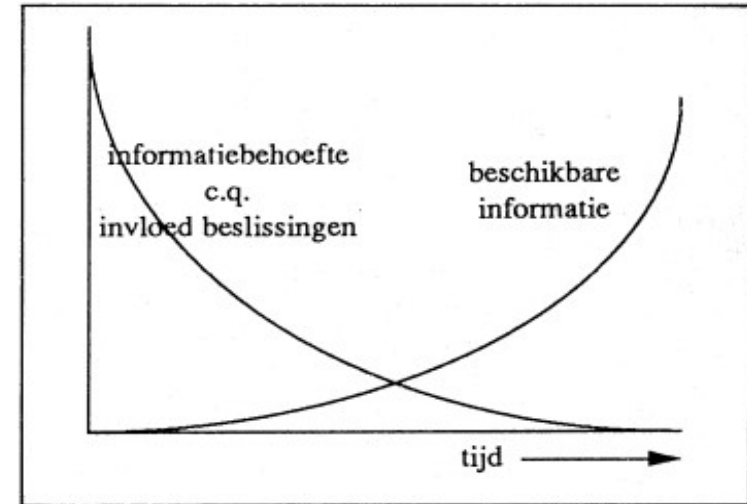
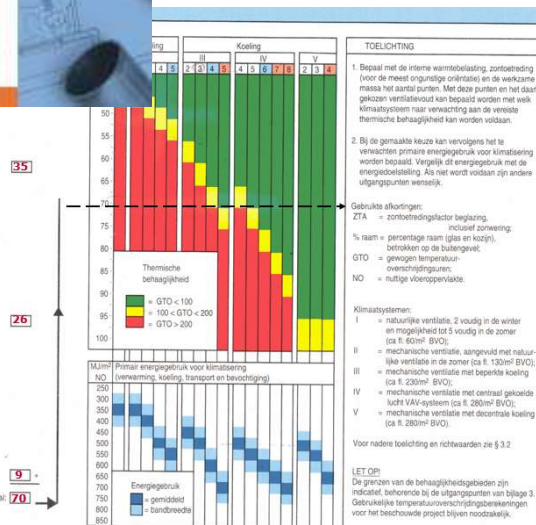
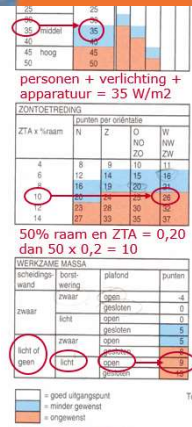
# Leerdoel



Je onderzoekt de uitgangspunten, bijpassende oplossingsrichtingen en tools voor klimatisering van utiliteitsgebouwen, zodanig dat je een gezond, comfortabel en duurzaam integraal ontwerp maakt.

# Klimaatontwerp

Tool helpen om in vroeg stadium de juiste keuze te kunnen maken



**beginfase (SO)**

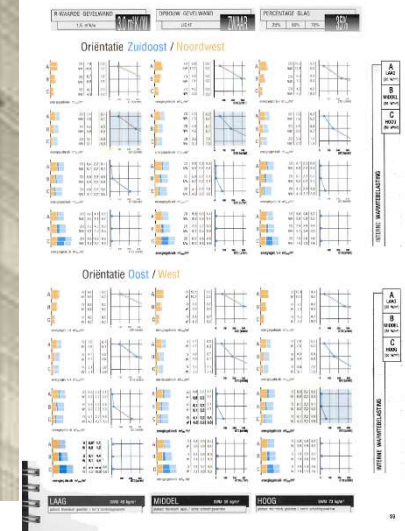
- weinig gegevens bekend
- invloed keuzes op eindresultaat is groot

**eindfase (TO)**

- veel gegevens bekend
- invloed keuzes op eindresultaat is klein

Thermisch comfort, beoordeling

-ontwerptools: ISSO 37 en SBR 300



## VO - DEEL 1

## SELECTIE KLIMAATSYSTEEM

START:

Bepaal aantal punten

| INTERNE WARMTEBELASTING |        | TOEPASBAAR MET KLIMAATSYSTEEM |    |     |    |   |
|-------------------------|--------|-------------------------------|----|-----|----|---|
| W/m <sup>2</sup> NO     | punten | I                             | II | III | IV | V |
| 20 laag                 | 20     |                               |    |     |    |   |
| 25                      | 25     |                               |    |     |    |   |
| 30                      | 30     |                               |    |     |    |   |
| 35 middel               | 35     |                               |    |     |    |   |
| 40                      | 40     |                               |    |     |    |   |
| 45 hoog                 | 45     |                               |    |     |    |   |
| 50                      | 50     |                               |    |     |    |   |

| ZONTOETREDING |                       |    |               |               |
|---------------|-----------------------|----|---------------|---------------|
| ZTA x %raam   | punten per oriëntatie |    |               |               |
|               | N                     | Z  | O<br>NO<br>ZO | W<br>NW<br>ZW |
| 4             | 8                     | 9  | 10            | 11            |
| 6             | 12                    | 14 | 15            | 16            |
| 8             | 16                    | 19 | 20            | 21            |
| 10            | 20                    | 24 | 25            | 26            |
| 12            | 23                    | 28 | 30            | 32            |
| 14            | 27                    | 33 | 35            | 37            |

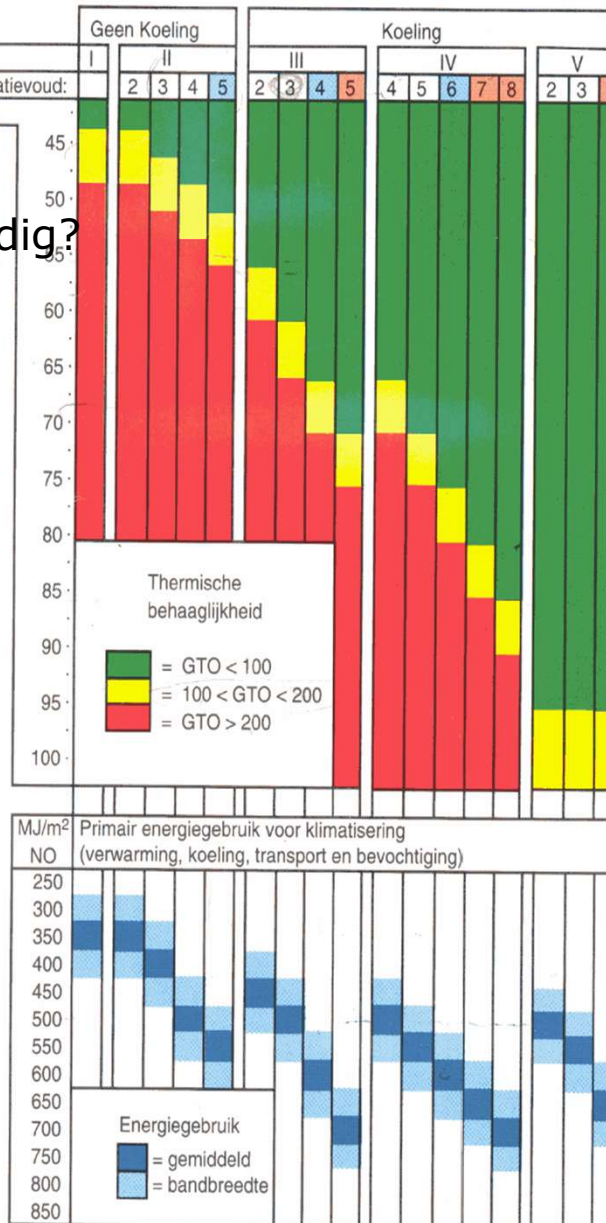
| WERKZAME MASSA |             |          |        |
|----------------|-------------|----------|--------|
| scheidingswand | borstwering | plafond  | punten |
| zwaar          | zwaar       | open     | -4     |
|                |             | gesloten | 0      |
|                | licht       | open     | 0      |
| licht of geen  |             | gesloten | 5      |
|                | zwaar       | open     | 5      |
|                |             | gesloten | 8      |
| licht of geen  | licht       | open     | 9      |
|                |             | gesloten | 13     |

☐ = goed uitgangspunt  
☐ = minder gewenst  
☐ = ongewenst

Totaal:

Klimaatstelsel:  
 Mechanisch ventilatievoud:  
 Punten:

Koeling nodig?



## TOELICHTING

1. Bepaal met de interne warmtebelasting, zontoetreding (voor de meest ongunstige oriëntatie) en de werkzame massa het aantal punten. Met deze punten en het daarbij gekozen ventilatievoud kan bepaald worden met welk klimaatstelsel naar verwachting aan de vereiste thermische behaaglijkheid kan worden voldaan.

2. Bij de gemaakte keuze kan vervolgens het te verwachten primaire energiegebruik voor klimatisering worden bepaald. Vergelijk dit energiegebruik met de energiedoelstelling. Als niet wordt voldaan zijn andere uitgangspunten wenselijk.

Gebruikte afkortingen:

ZTA = zontoetredingsfactor beglazing, inclusief zonwering;

% raam = percentage raam (glas en kozijn), betrokken op de buitengevel;

GTO = gewogen temperatuur-overschrijdingsuren;

NO = nuttige vloeroppervlakte.

Klimaatssystemen:

I = natuurlijke ventilatie, 2 voudig in de winter en mogelijkheid tot 5 voudig in de zomer (ca fl. 60/m<sup>2</sup> BVO);

II = mechanische ventilatie, aangevuld met natuurlijke ventilatie in de zomer (ca fl. 130/m<sup>2</sup> BVO);

III = mechanische ventilatie met beperkte koeling (ca fl. 230/m<sup>2</sup> BVO);

IV = mechanische ventilatie met centraal gekoelde lucht VAV-systeem (ca fl. 280/m<sup>2</sup> BVO);

V = mechanische ventilatie met decentrale koeling (ca fl. 280/m<sup>2</sup> BVO).

Voor nadere toelichting en richtwaarden zie § 3.2

## LET OP!

De grenzen van de behaaglijkeheidsgebieden zijn indicatief, behorende bij de uitgangspunten van bijlage 3. Gebruikelijke temperatuuroverschrijdingsberekeningen voor het beschouwde project blijven noodzakelijk.

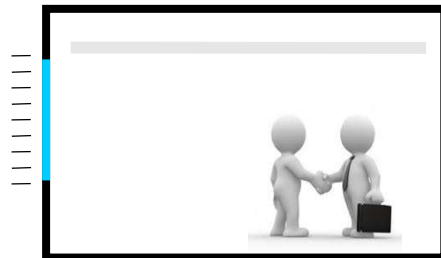
# Dimensionering Klimaatontwerp

| Bouwkundig           | gebouwschil | werkplek                       | gebouwstructuur                  |                  |                           |
|----------------------|-------------|--------------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| installatietechnisch |             | afgifte warmte, koude en lucht | transport warmte, koude en lucht | luchtbehandeling | opwekking warmte en koude |



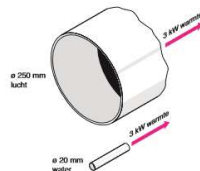
**Hoeveel ruimte is er nodig?**

*verticale doorsnede*

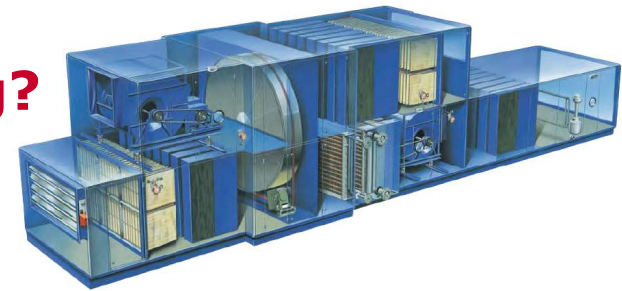


**Ruimte voor:**

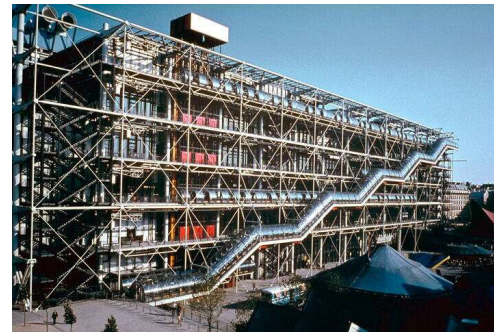
- opwekkingsapparaten
- luchtbehandelingskast
- luchtkanalen
- afgifte-units



Figuur 12.3: Distributie verwarmingsvermogen met behulp van lucht of water



bron: Verhulst – VKT Luchtbehandelingskasten



Centre Pompidou



warmtepomp: verwarmen en koelen

# Dimensionering Klimaatontwerp

Dimensioneren is mogelijk op basis van:

## 1. Vuistregels:

- bv. 1 tot 5% van het bruto vloeroppervlak

## 2. Globale berekeningen:

- bv. grootte technische ruimte  $\leftrightarrow$  capaciteit verwarmen, koelen
- lengte luchtbehandelingskast  $\leftrightarrow$  functies en debiet
- grootte van maatgevende luchtkanalen  $\leftrightarrow$  lichtsnelheid

## 3. Nauwkeurige berekeningen:

- bv. berekeningen door de installateur met behulp van software (incl. roosterselectie, wrijvingsweerstand, drukverlies, etc.)

Wij beperken ons tot de eerste twee opties.

Doel: voldoende ruimte reserveren in het gebouw voor installaties en/of weten tijdig contact op te nemen met de installateur.

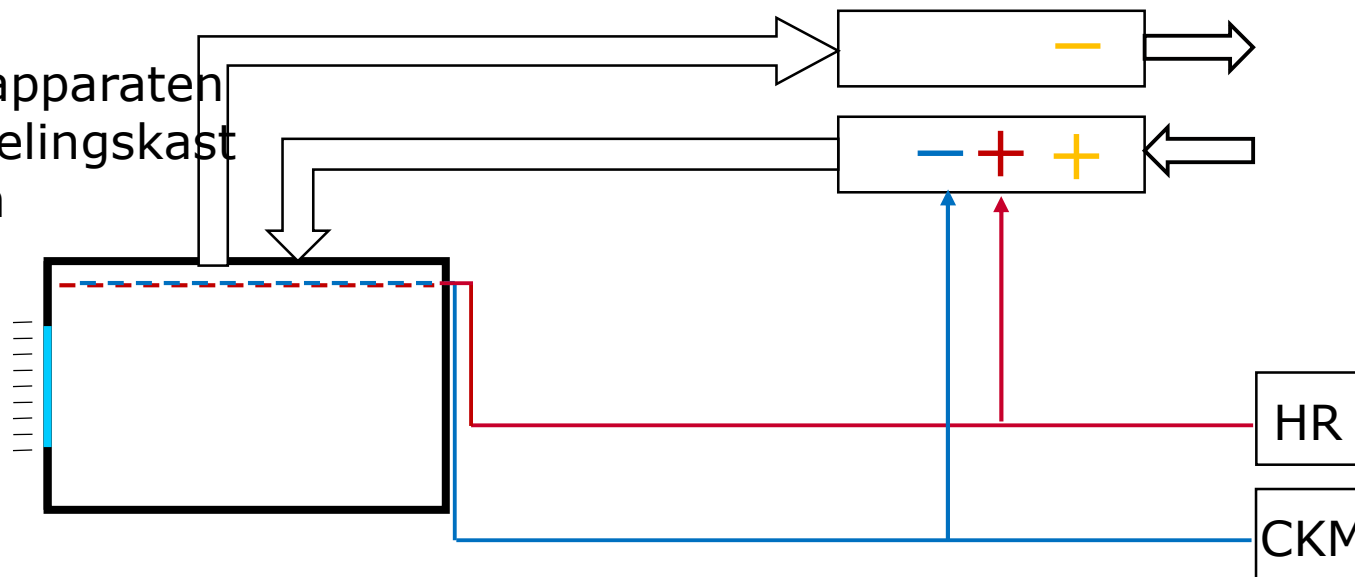
# Mens en binnenklimaat

Gebouwconcept Avans, Den Bosch

| Bouwkundig           | gebouwschil | werkplek                       | gebouwstructuur                  |                  |                           |
|----------------------|-------------|--------------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| installatietechnisch |             | afgifte warmte, koude en lucht | transport warmte, koude en lucht | luchtbehandeling | opwekking warmte en koude |

## Ruimte voor:

- opwekkingsapparaten
- luchtbehandelingskast
- luchtkanalen
- afgifte-units



**Hoeveel ruimte is er nodig?**

# Technische ruimten

## Technische ruimte

## Luchtbehandelingskast



# Technische Ruimten

Installatieconcepten

## Welk systeem?

- WP; Warmtepomp
- WKO; Warmte en koude opslag
- WKK; Warmte Kracht Koppeling
- Stadsverwarming
- Aardwarmte
- Gasketel
- Koelmachine

Wat brengt de toekomst? Heeft waterstofgas een reële kans? Wat gaat die vragen??

Vele opties mogelijk, zie ISSO 43 *(in Xplora aanwezig)*

**avans**  
hogeschool



# Dimensionering Klimaatontwerp

Bouwkundige inpassing klimaatinstallatie

- **Ruimte** voor klimaatinstallatie reserveren
  - **Dimensionering** belangrijkste componenten klimaatinstallatie bepalen
  - Let daarbij op;
    - Onderhoudbaarheid; ruimte eromheen en toegang
    - Gewicht; kan de vloer het dragen
    - Transport van onderdelen
- => Integratie bouwkundig én installatietechnische maatregelen



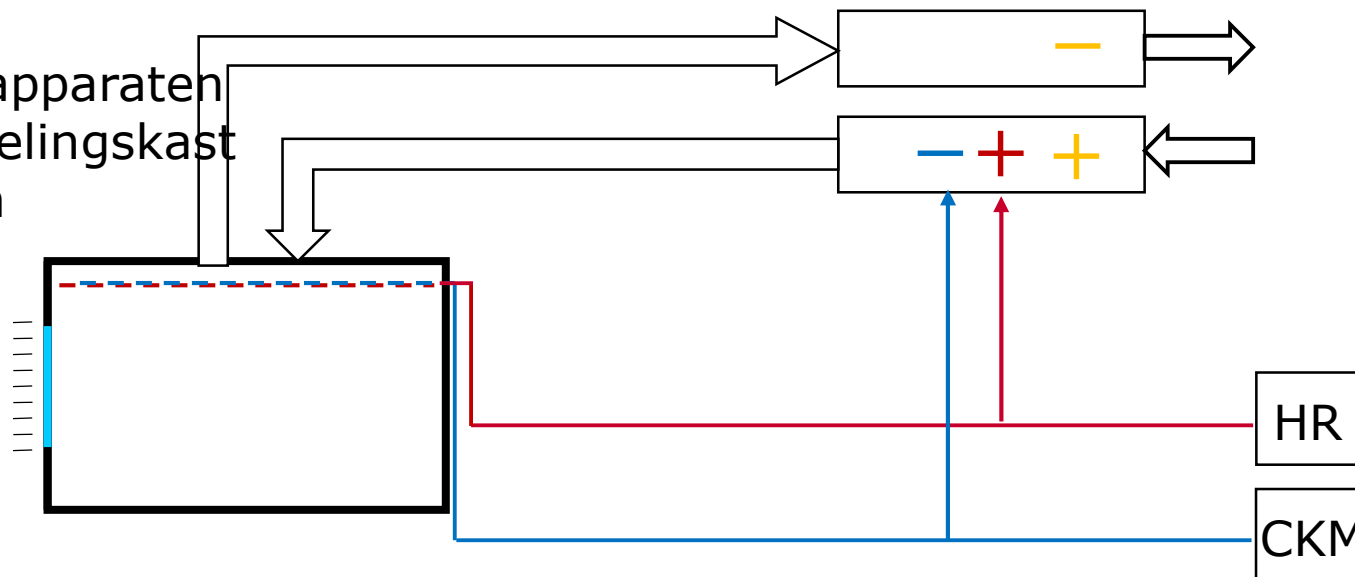
# Klimaatontwerp

Gebouwconcept Avans, Den Bosch

| Bouwkundig           | gebouwschil | werkplek                       | gebouwstructuur                  |                  |                           |
|----------------------|-------------|--------------------------------|----------------------------------|------------------|---------------------------|
| installatietechnisch |             | afgifte warmte, koude en lucht | transport warmte, koude en lucht | luchtbehandeling | opwekking warmte en koude |

## Ruimte voor:

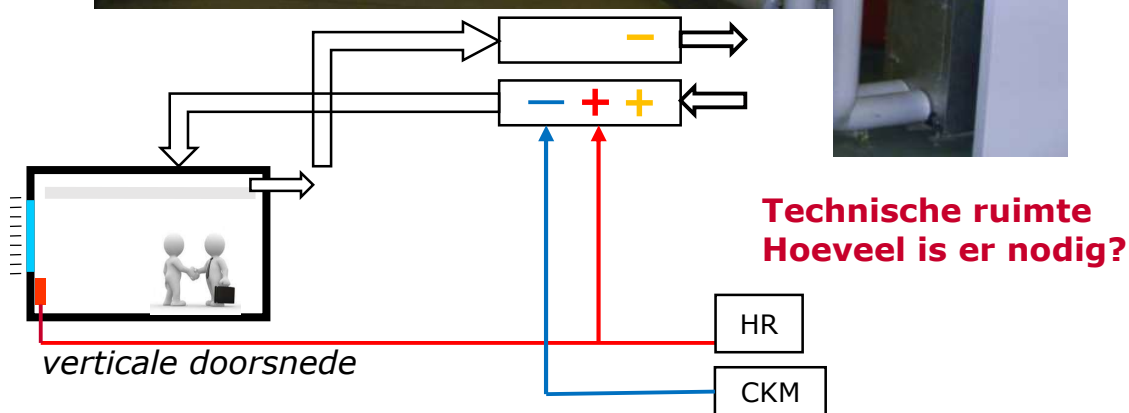
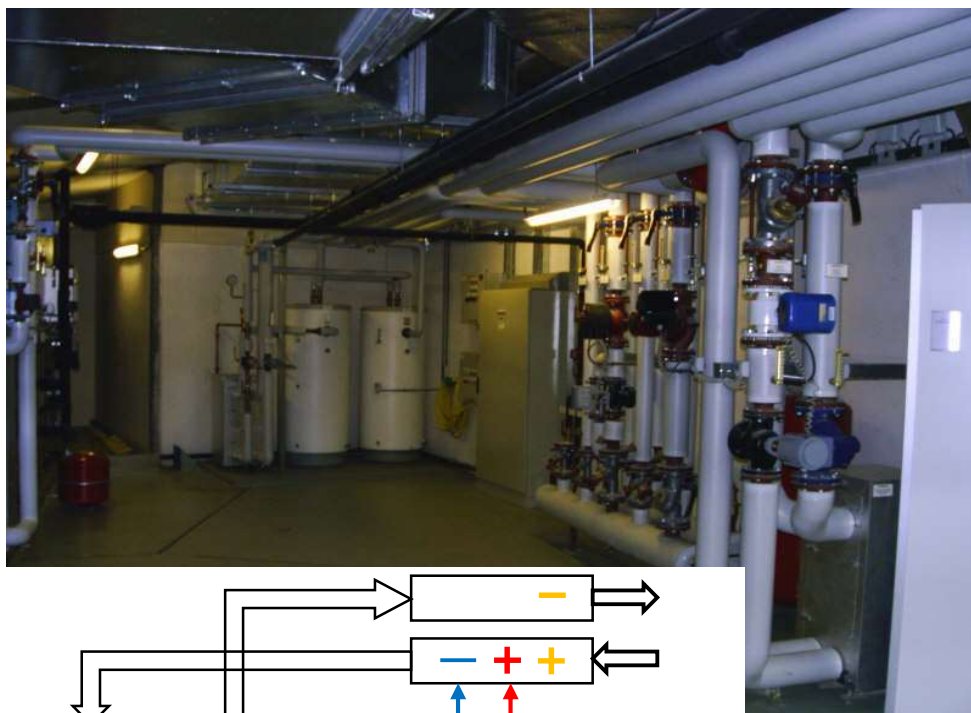
- opwekkingsapparaten
- luchtbehandelingskast
- luchtkanalen
- afgifte-units



**Hoeveel ruimte is er nodig?**

# Installatieconcepten

Technische ruimte



klimaatstelsel 3: mechanische ventilatie, beperkte koeling



Technische ruimte  
kantoorgebouwen:

Bij een zeer eenvoudig  
klimaatstelsel vergt de  
technische ruimte ca. **1%**  
van het bruto  
vloeroppervlak.

Bij volledige klimatisering  
van het gebouw loopt dit  
percentage op naar ca.  
**5%** van het bruto  
vloeroppervlak.

# Oppervlakten verwarmingsinstallatie

Je kunt ook een inschatting maken van de vereiste ruimte op basis van de componenten die nodig zijn (wat staat er?) en de benodigde capaciteit.

## Kengetallen verwarmingsvermogen:

Woningen 25-50 W/m<sup>3</sup> bruto inhoud

|              |       |   |
|--------------|-------|---|
| Kantoren     | 25-50 | " |
| Sporthallen  | 40-45 | " |
| Ziekenhuizen | 70-80 | " |

## Kengetallen benodigde opstellingsruimte

(ketels, leidingen, verdelers/verzamelaars, meet- en regelapparatuur e.d.):

|          |                   |
|----------|-------------------|
| 100 kW:  | 15 m <sup>2</sup> |
| 200 kW:  | 20 m <sup>2</sup> |
| 500 kW:  | 40 m <sup>2</sup> |
| 1000 kW: | 50 m <sup>2</sup> |

Bron: Hogere Bouwkunde, Jellema 6b

**Let op:** Kengetallen wijzigen onder invloed van het energie-efficiënter bouwen!

## Voorbeeld:

Kantoor 2.000 m<sup>2</sup> => 7.000 m<sup>3</sup>

Verwarmingsvermogen = 25 W/m<sup>2</sup>

Verwarmingsvermogen = 175 kW

Oppervlak = ca. 20 m<sup>2</sup>

(ca. 1% van bruto vloeroppervlak)



cv-ketels  
stadsverwarming  
warmtepomp

# Koelinstallaties

koelmachines, droge koelers

**avans**  
hogeschool

## koelmachines:

- Werking op freon (slecht voor milieu)
- Veel lucht nodig om warmte af te kunnen voeren
- Vaak een grote geluidbron (hinder omgeving)

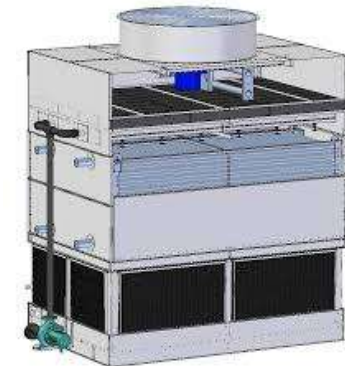
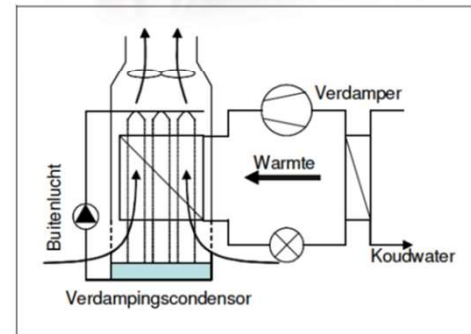
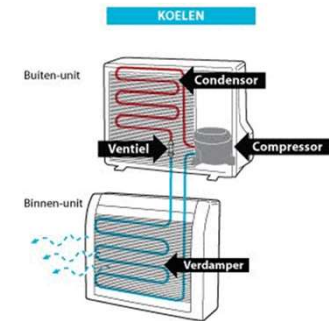
## Koelwatertoren:

- vorm van vrije koeling
- Bron van Legeonella

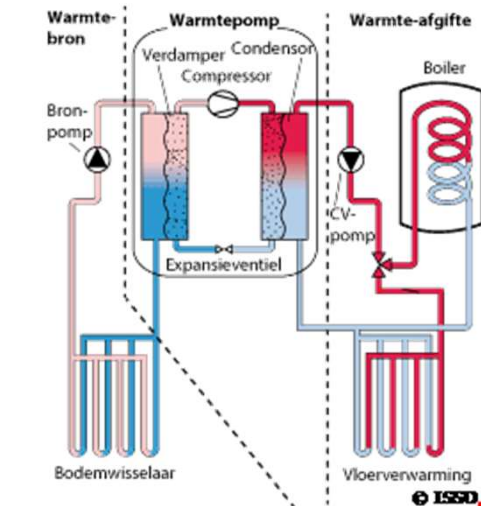
## Droge koelers:

- Vorm van vrije koeling
- Gesloten circuit in de buitenlucht heeft vorstgevaar
- Veel ruimte voor luchttransport

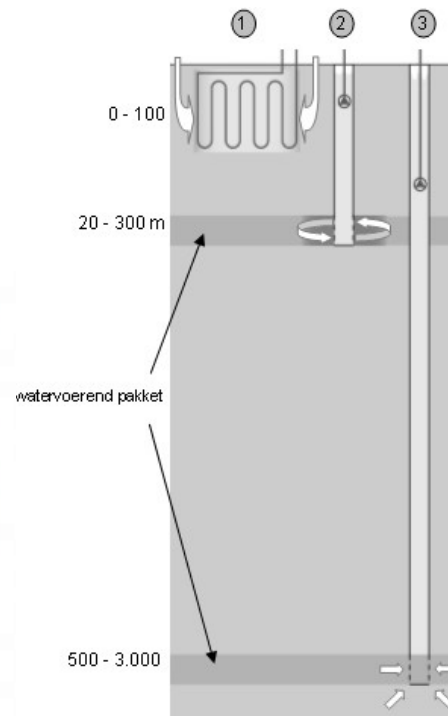
Bron: Hogere Bouwkunde, Jellema 6b



# Grondwatersystemen



Altijd aan warmtepompen gekoppeld!!!



→ = energiestroom

1. bodemwarmtewisselaars
2. energieopslag in de bodem
3. aardwarmte

## 1: gesloten bron:

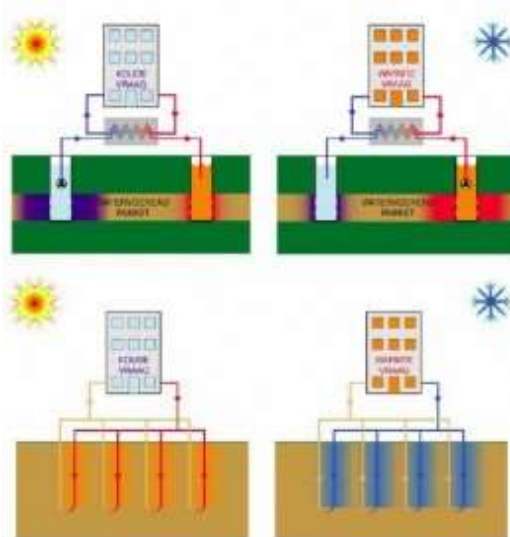
- vergunning gemeente ( $\pm$  8 weken)
- Klein vermogen (kleine utiliteit)

## 2: open bron:

- vergunning Provincie (> jaar)
- zeer efficiënte energie-opslag
- dure investering (grotere projecten)

## 3: aardwarmte:

- water van 70°C uit diepte
- zeer grote investering



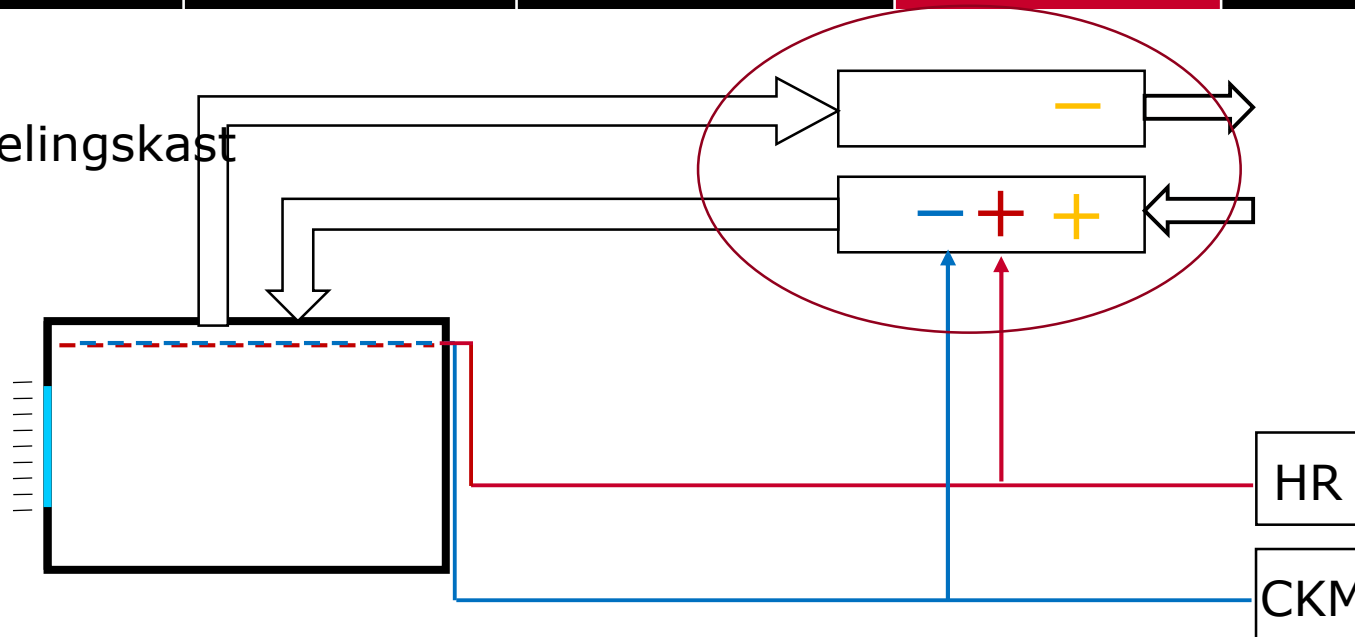
# Luchtbehandeling

Gebouwconcept Avans, Den Bosch

| Bouwkundig           | gebouwschil | werkplek                       | gebouwstructuur                  |                         |                           |
|----------------------|-------------|--------------------------------|----------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| installatietechnisch |             | afgifte warmte, koude en lucht | transport warmte, koude en lucht | <b>luchtbehandeling</b> | opwekking warmte en koude |

## Ruimte voor:

- luchtbehandelingskast



**Hoeveel ruimte is er nodig?**

## VO - DEEL 1

## SELECTIE KLIMAATSYSTEEM

START:

Bepaal aantal punten

| INTERNE WARMTEBELASTING |        | TOEPASBAAR MET KLIMAATSYSTEEM |    |     |    |   |
|-------------------------|--------|-------------------------------|----|-----|----|---|
| W/m <sup>2</sup> NO     | punten | I                             | II | III | IV | V |
| 20 laag                 | 20     |                               |    |     |    |   |
| 25                      | 25     |                               |    |     |    |   |
| 30                      | 30     |                               |    |     |    |   |
| 35 middel               | 35     |                               |    |     |    |   |
| 40                      | 40     |                               |    |     |    |   |
| 45 hoog                 | 45     |                               |    |     |    |   |
| 50                      | 50     |                               |    |     |    |   |

| ZONTOETREDING |                       |    |               |               |
|---------------|-----------------------|----|---------------|---------------|
| ZTA x %raam   | punten per oriëntatie |    |               |               |
|               | N                     | Z  | O<br>NO<br>ZO | W<br>NW<br>ZW |
| 4             | 8                     | 9  | 10            | 11            |
| 6             | 12                    | 14 | 15            | 16            |
| 8             | 16                    | 19 | 20            | 21            |
| 10            | 20                    | 24 | 25            | 26            |
| 12            | 23                    | 28 | 30            | 32            |
| 14            | 27                    | 33 | 35            | 37            |

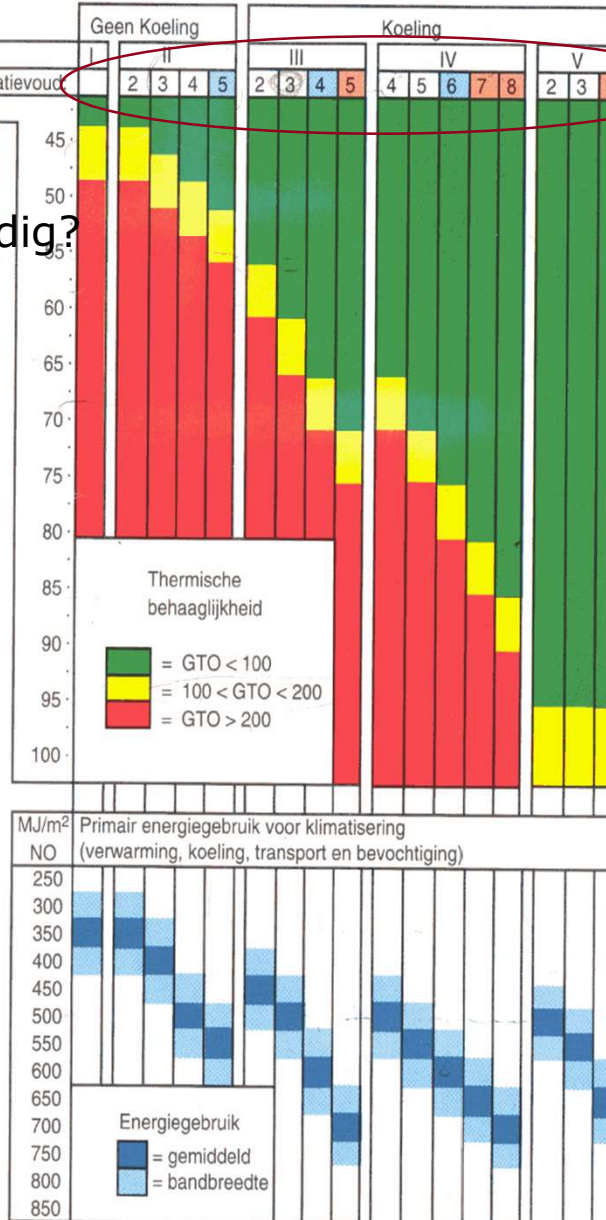
| WERKZAME MASSA |             |          |        |
|----------------|-------------|----------|--------|
| scheidingswand | borstwering | plafond  | punten |
| zwaar          | zwaar       | open     | -4     |
|                |             | gesloten | 0      |
|                | licht       | open     | 0      |
|                |             | gesloten | 5      |
| licht of geen  | zwaar       | open     | 5      |
|                |             | gesloten | 8      |
|                | licht       | open     | 9      |
|                |             | gesloten | 13     |

☐ = goed uitgangspunt  
☐ = minder gewenst  
☐ = ongewenst

Totaal:

Klimaatstelsel:  
 Mechanisch ventilatievoud:  
 Punten:

Koeling nodig?



## TOELICHTING

1. Bepaal met de interne warmtebelasting, zontoetreding (voor de meest ongunstige oriëntatie) en de werkzame massa het aantal punten. Met deze punten en het daarbij gekozen ventilatievoud kan bepaald worden met welk klimaatstelsel naar verwachting aan de vereiste thermische behaaglijkheid kan worden voldaan.

2. Bij de gemaakte keuze kan vervolgens het te verwachten primaire energiegebruik voor klimatisering worden bepaald. Vergelijk dit energiegebruik met de energiedoelstelling. Als niet wordt voldaan zijn andere uitgangspunten wenselijk.

Gebruikte afkortingen:

ZTA = zontoetredingsfactor beglazing, inclusief zonwering;  
 % raam = percentage raam (glas en kozijn), betrokken op de buitengevel;  
 GTO = gewogen temperatuur-overschrijdsuren;  
 NO = nuttige vloeroppervlakte.

Klimaatssystemen:

- I = natuurlijke ventilatie, 2 voudig in de winter en mogelijkheid tot 5 voudig in de zomer (ca fl. 60/m<sup>2</sup> BVO);
- II = mechanische ventilatie, aangevuld met natuurlijke ventilatie in de zomer (ca fl. 130/m<sup>2</sup> BVO);
- III = mechanische ventilatie met beperkte koeling (ca fl. 230/m<sup>2</sup> BVO);
- IV = mechanische ventilatie met centraal gekoelde lucht VAV-systeem (ca fl. 280/m<sup>2</sup> BVO);
- V = mechanische ventilatie met decentrale koeling (ca fl. 280/m<sup>2</sup> BVO).

Voor nadere toelichting en richtwaarden zie § 3.2

## LET OP!

De grenzen van de behaaglijkheidsgebieden zijn indicatief, behorende bij de uitgangspunten van bijlage 3. Gebruikelijke temperatuuroverschrijdsberekeningen voor het beschouwde project blijven noodzakelijk.

# Luchtbehandelingskasten

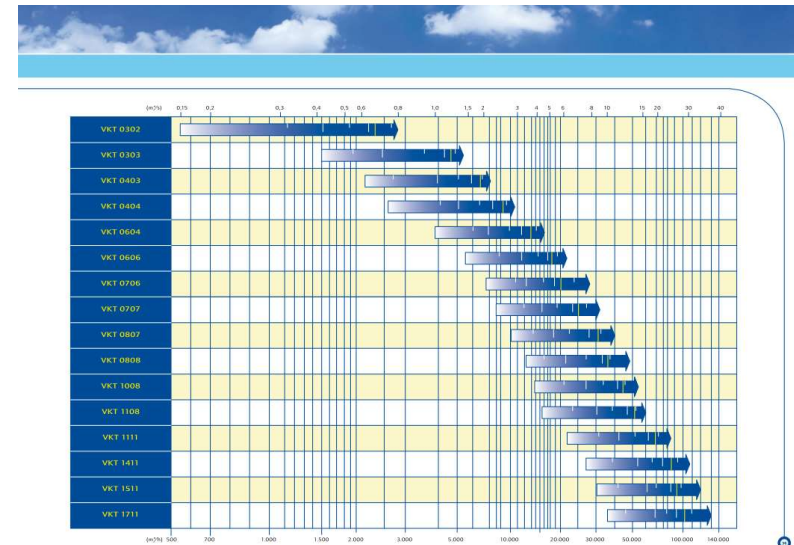
Ruimtebeslag

## Luchtbehandelingskast(en)

- indeling gebouw: 1 of meerdere LBK's
- capaciteit luchtbehandeling gebouw [m<sup>3</sup>/h] :  
volume [V in m<sup>3</sup>] x ventilatievoud [n in h<sup>-1</sup>] rond kanaal:  $A = \pi/4 \times d^2$  [d in m]



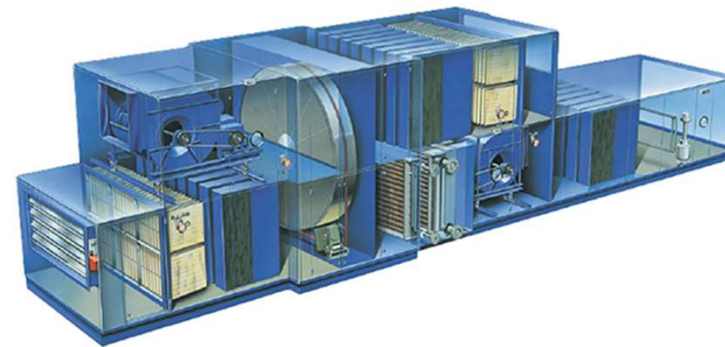
2A KLIMAATONTWERP



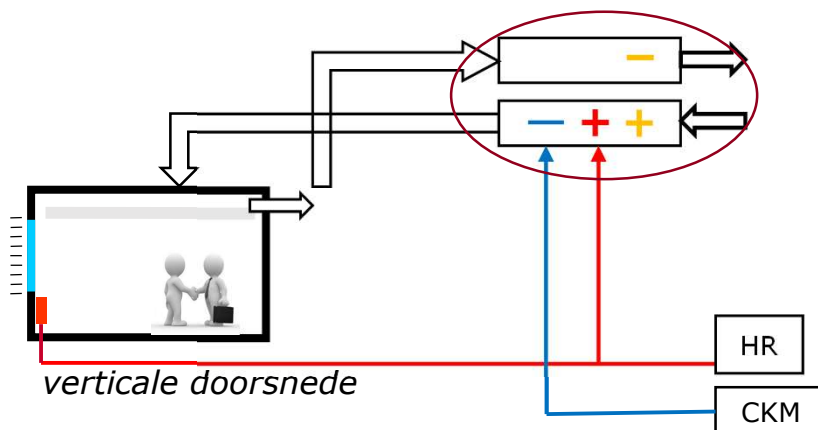
# Luchtbehandelingskast LBK

## Functies:

- Verse lucht toevoeren
- Filteren van lucht
- Warmte terugwinning
- Verwarmen
- Koelen
- Bevochtigen
- Ontvochtigen

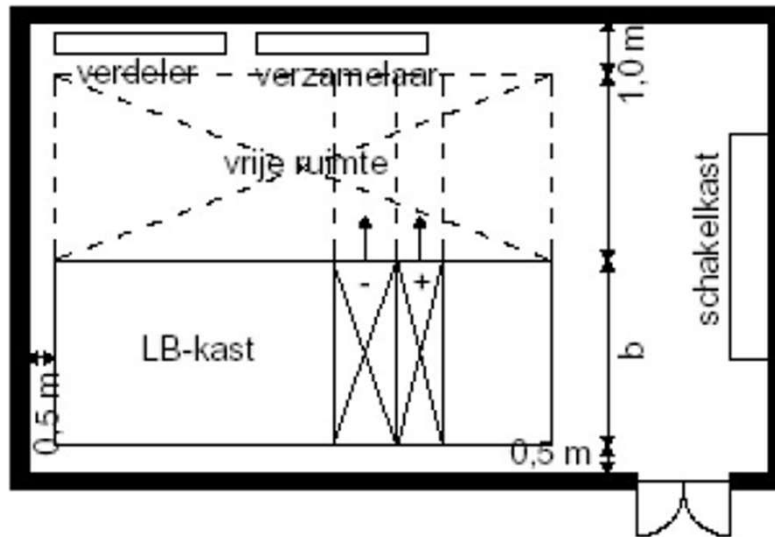


**opgebouwd uit segmenten**

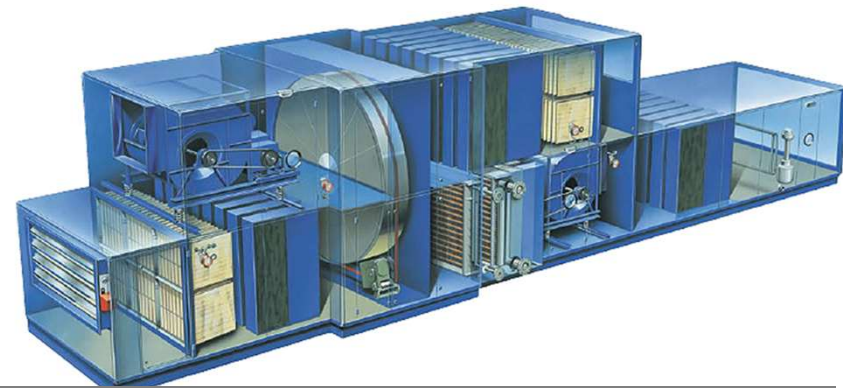


# Installatieconcepten

## Luchtbehandelingskast (LBK)



Toevoer en afvoer van buitenlucht  
Toevoer en afvoer van lucht uit gebouw



Op elkaar of naast elkaar, zorg voor voldoende ruimte, ook bij onderhoud en/of vervanging  
En zorg voor voldoende draagkracht in vloer  
Pas op; het is ook een bron van geluid...



# Installatieconcepten

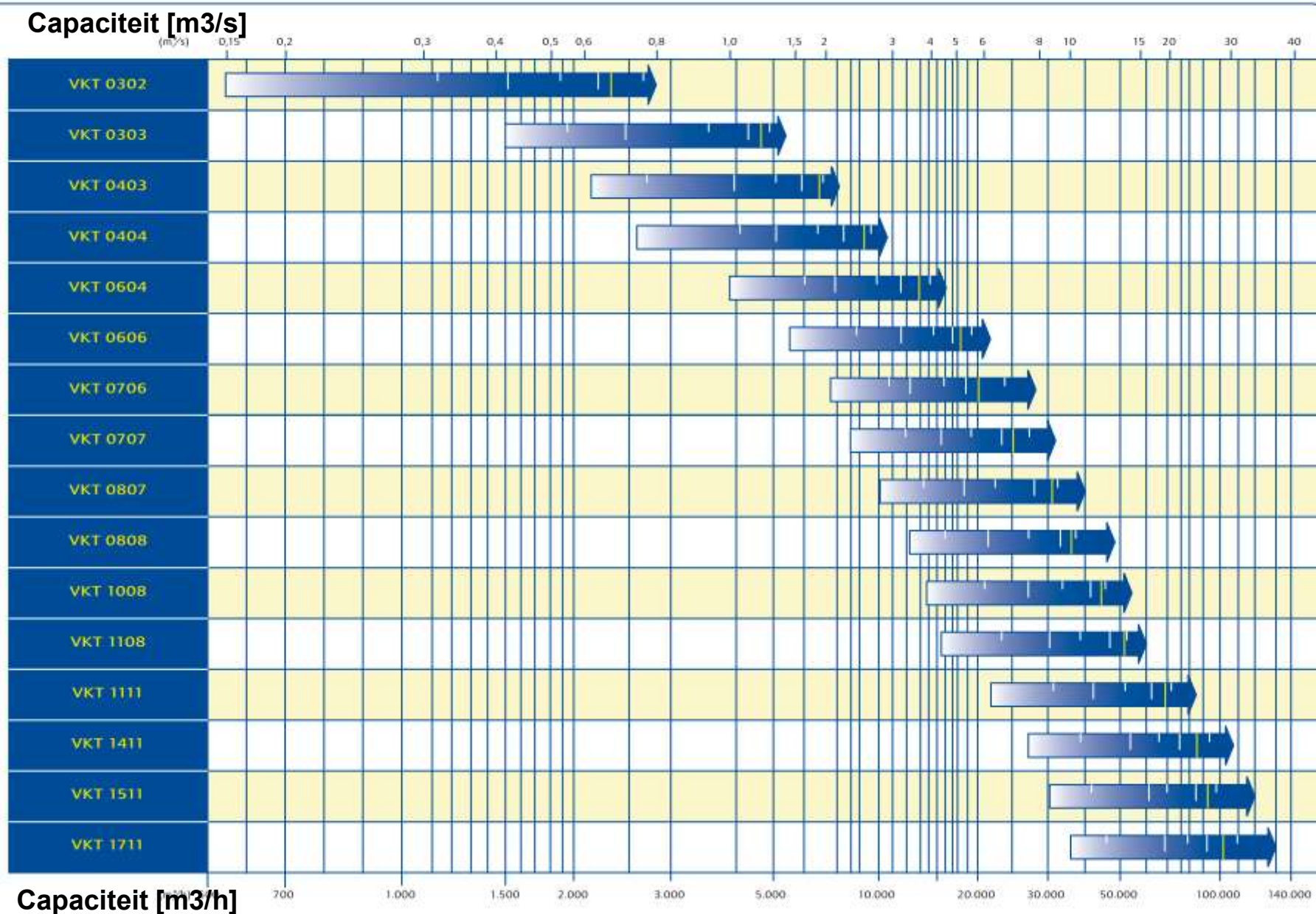
Luchtbehandelingskast (LBK)

**avans**  
hogeschool



LBK kelder Avans

# Selectie type luchtbehandelingskast (kijk bij een leverancier)

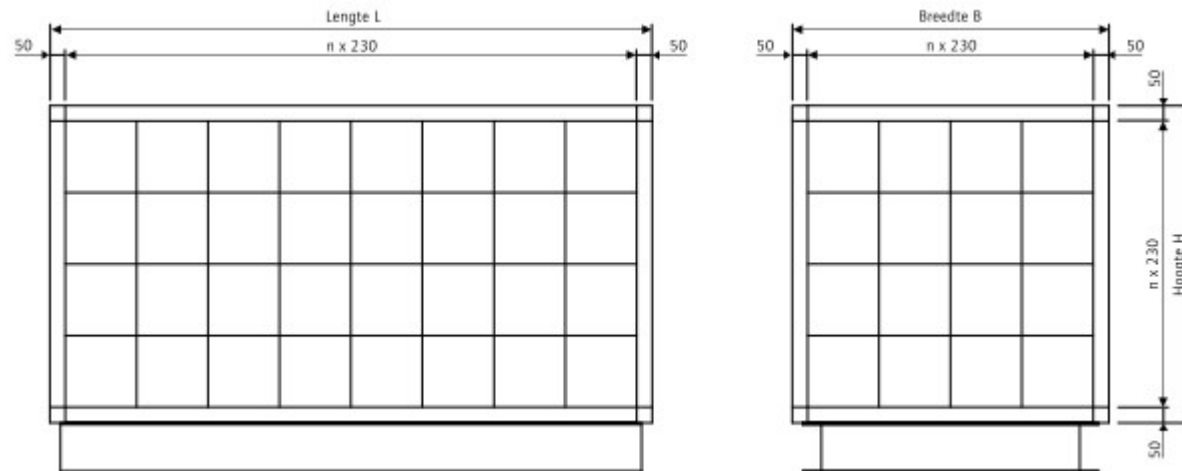


# Installatieconcepten

## Luchtbehandelingskast (LBK)

### Afmetingen:

- breedte en hoogte



- doorsnede met koeling maximaal 3 m/s
- doorsnede zonder koeling maximaal 5 m/s

Maatvoering voorbeeldtypen

| Type     | Uitwendig |          |
|----------|-----------|----------|
|          | Breedte B | Hoogte H |
|          | mm        | mm       |
| VKT 0302 | 790       | 560      |
| VKT 0303 | 790       | 790      |
| VKT 0403 | 1.020     | 790      |
| VKT 0404 | 1.020     | 1.020    |
| VKT 0604 | 1.480     | 1.020    |
| VKT 0606 | 1.480     | 1.480    |
| VKT 0706 | 1.710     | 1.480    |
| VKT 0707 | 1.710     | 1.710    |
| VKT 0807 | 1.940     | 1.710    |
| VKT 0808 | 1.940     | 1.940    |
| VKT 1008 | 2.400     | 1.940    |
| VKT 1108 | 2.630     | 1.940    |
| VKT 1111 | 2.630     | 2.630    |
| VKT 1411 | 3.320     | 2.630    |
| VKT 1511 | 3.550     | 2.630    |
| VKT 1711 | 4.010     | 2.630    |

Door de modulaire bouw van de luchtbehandelingscentrales zijn er veel variaties mogelijk in breedte en hoogte.

# Installatieconcepten

## Luchtbehandelingskast (LBK)

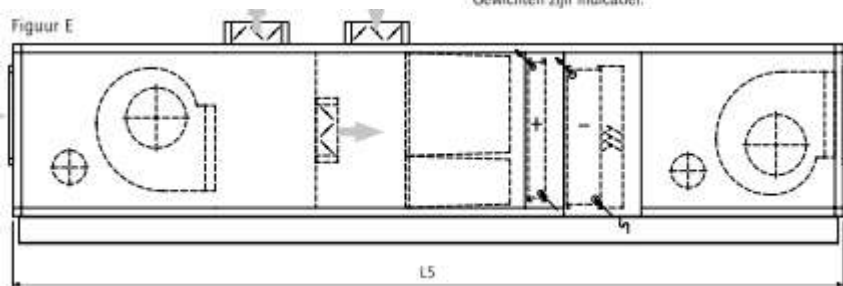
Afmetingen:

- lengte en gewicht
- Let op; met WTW geeft andere maten
- Warmtewiel
- Kruisstroom
- Twincoil

Bepaling van hoofdafmetingen en gewichten

| Type     | B     | H     | L1    | G     | L2    | G     | L3    | G     | L4     | G     | L5     | G     | L6    | G     | L7    | G     | L8    | G     |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|          | mm    | mm    | mm    | kg    | mm    | kg    | mm    | kg    | mm     | kg    | mm     | kg    | mm    | kg    | mm    | kg    | mm    | kg    |
| VKT 0302 | 790   | 560   | 1.020 | 146   | 2.400 | 304   | 2.860 | 384   | 4.010  | 485   | 4.470  | 565   | 1480  | 179   | 2.400 | 304   | 2.860 | 384   |
| VKT 0303 | 790   | 790   | 1.250 | 199   | 2.630 | 395   | 3.090 | 505   | 4.240  | 631   | 4.700  | 741   | 1480  | 241   | 2.630 | 395   | 3.090 | 505   |
| VKT 0403 | 1.020 | 790   | 1.250 | 230   | 2.630 | 458   | 3.090 | 587   | 4.470  | 724   | 4.930  | 853   | 1710  | 277   | 2.630 | 458   | 3.090 | 587   |
| VKT 0404 | 1.020 | 1.020 | 1.480 | 317   | 2.860 | 586   | 3.320 | 748   | 4.930  | 965   | 5.390  | 1.127 | 1710  | 369   | 2.860 | 586   | 3.320 | 748   |
| VKT 0604 | 1.480 | 1.020 | 1.480 | 386   | 2.860 | 722   | 3.320 | 924   | 5.160  | 1.171 | 5.620  | 1.373 | 1940  | 448   | 2.860 | 722   | 3.320 | 924   |
| VKT 0606 | 1.480 | 1.480 | 2.170 | 712   | 3.780 | 1.172 | 4.240 | 1.444 | 6.540  | 1.961 | 7.000  | 2.233 | 2.630 | 819   | 3.780 | 1.172 | 4.240 | 1.444 |
| VKT 0706 | 1.710 | 1.480 | 2.170 | 823   | 3.780 | 1.326 | 4.240 | 1.625 | 6.770  | 2.262 | 7.230  | 2.561 | 2.630 | 968   | 3.780 | 1.326 | 4.240 | 1.625 |
| VKT 0707 | 1.710 | 1.710 | 2.400 | 1.084 | 4.240 | 1.696 | 4.700 | 2.035 | 7.230  | 2.839 | 7.690  | 3.178 | 3.090 | 1.282 | 2.440 | 1.696 | 4.700 | 2.035 |
| VKT 0807 | 1.940 | 1.710 | 2.400 | 1.360 | 4.240 | 2.219 | 4.700 | 2.619 | 7.230  | 3.652 | 7.690  | 4.025 | 3.090 | 1.602 | 4.240 | 2.219 | 4.700 | 2.619 |
| VKT 0808 | 1.940 | 1.940 | 2.630 | 1.587 | 4.700 | 2.578 | 5.160 | 3.023 | 8.150  | 4.295 | 8.610  | 4.740 | 3.550 | 1.903 | 4.700 | 2.578 | 5.160 | 3.023 |
| VKT 1008 | 2.400 | 1.940 | 2.630 | 1.736 | 4.470 | 2.760 | 4.930 | 3.268 | 7.920  | 4.642 | 8.380  | 5.150 | 3.320 | 2.013 | 4.470 | 2.760 | 4.930 | 3.268 |
| VKT 1108 | 2.630 | 1.940 | 2.630 | 1.810 | 4.470 | 2.932 | 4.930 | 3.470 | 7.920  | 4.843 | 8.380  | 5.386 | 3.320 | 2.098 | 4.470 | 3.932 | 4.930 | 3.470 |
| VKT 1111 | 2.630 | 2.630 | 2.860 | 2.164 | 5.160 | 3.659 | 5.620 | 4.343 | 9.070  | 5.534 | 9.530  | 6.218 | 4.010 | 2.650 | 5.160 | 3.659 | 5.620 | 4.343 |
| VKT 1411 | 3.320 | 2.630 | 3.780 | 3.400 | 6.080 | 5.180 | 6.540 | 5.976 | 10.450 | 8.733 | 10.910 | 9.529 | 4.470 | 3.966 | 6.080 | 5.180 | 6.540 | 5.976 |
| VKT 1511 | 3.550 | 2.630 | 2.630 | 2.795 | 4.930 | 4.641 | 5.390 | 5.463 | 8.380  | 7.589 | 8.840  | 8.411 | 3.550 | 3.379 | 4.930 | 4.641 | 5.390 | 5.403 |
| VKT 1711 | 4.010 | 2.630 | 2.630 | 3.144 | 4.930 | 5.155 | 5.390 | 6.050 | 8.150  | 8.214 | 8.610  | 9.505 | 3.780 | 3.763 | 4.930 | 5.155 | 5.390 | 6.050 |

Gewichten zijn indicatief.



**gebruik brochure op BS/  
info leveranciers**

# PV-installatie ontwerpen

Voor PV- en PVT-systemen geldt dat de opbrengst per m<sup>2</sup> gelijk is aan:

$E_{\text{opbrengst}} = \eta_{\text{PV}} \cdot \eta_{\text{ori}} \cdot q_{\text{zon}}$  [kWh/m<sup>2</sup>] Hierin is:

$\eta_{\text{PV}}$  = rendement van je PV-systeem, zie tabel 1;

$\eta_{\text{ori}}$  = rendement oriëntatie, zie zoninstralingsdiagram, figuur 1;  $q_{\text{zon}}$  = zoninstraling in kWh/m<sup>2</sup>.

Voor Nederland is  $q_{\text{zon}}$  ongeveer 1000 kWh/m<sup>2</sup>.

Zie ook: <https://klimapedia.nl/leerbundel/energiezuinig-bouwen/pv/> en

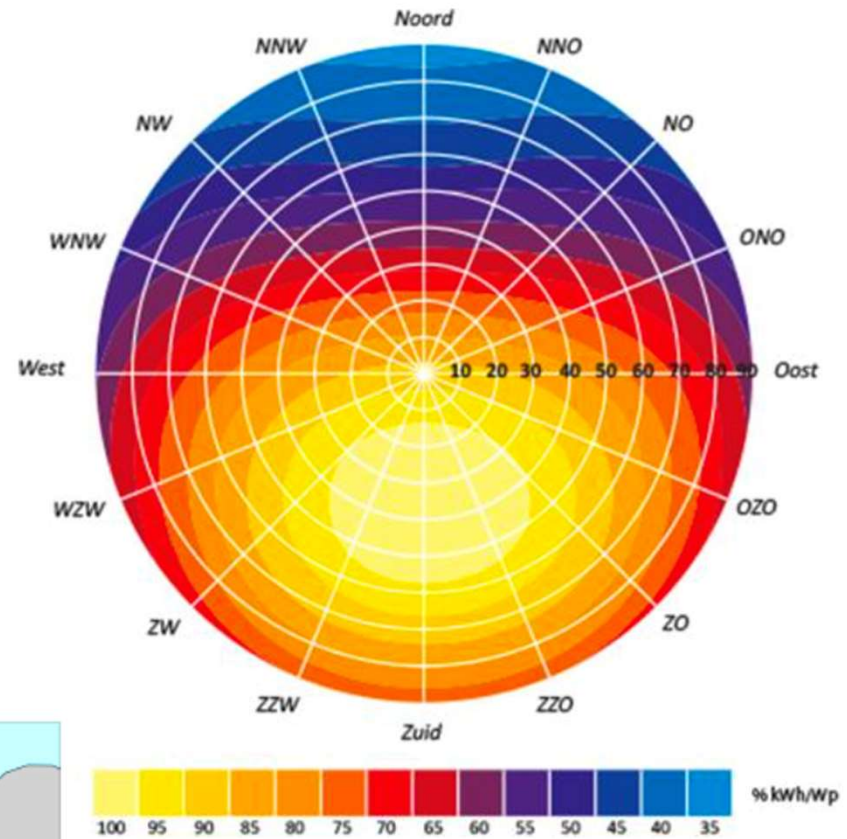
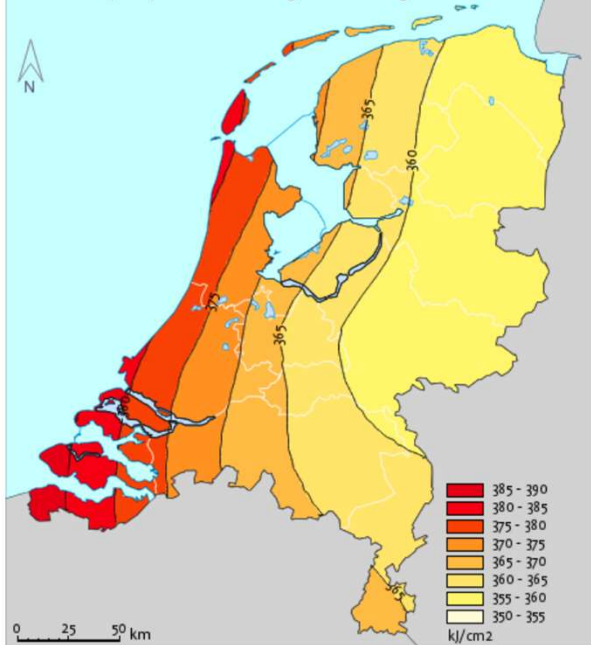
[https://kennisbank.isso.nl/docs/overig/energie-vademecum/2015/10/10.2/10.2.1\[1\].](https://kennisbank.isso.nl/docs/overig/energie-vademecum/2015/10/10.2/10.2.1[1].)

# PV-installatie ontwerpen

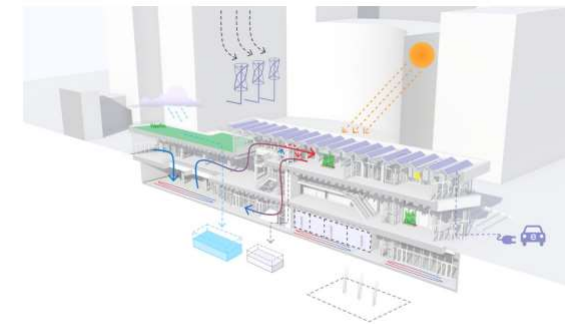
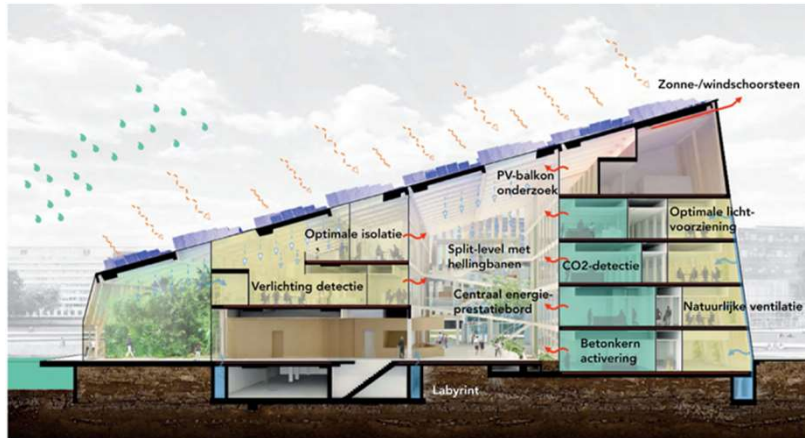
| Rendementen PV                               | cel | paneel | PV-systeem |
|----------------------------------------------|-----|--------|------------|
| dunnefilm amorf silicium PV                  | 11% | 10%    | 8%         |
| multikristallijn PV-paneel (meest toegepast) | 17% |        |            |
| monokristallijn PV-paneel                    | 19% |        |            |
| multijunction PV (laboratorium record)       | 38% |        |            |

## Langjarig gemiddelde 1981-2010

Gemiddelde jaarlijkse hoeveelheid globale straling

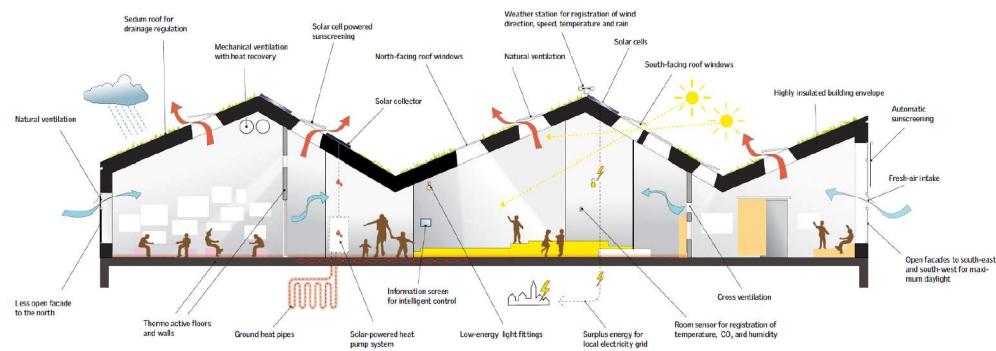


# Klimaatontwerp; dimensionering TR & LBK



overzicht duurzame maatregelen  
scheme sustainability

## Vragen?



2A KLIMAATONTWERP

